



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2002-0076995

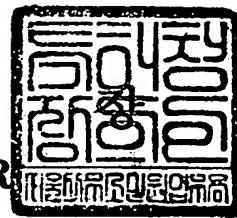
Application Number

출 원 년 월 일 : 2002년 12월 05일
Date of Application

출 원 인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 03 월 13 일



특 허 청

COMMISSIONER

【서지사항】

【서류명】	특허출원서		
【권리구분】	특허		
【수신처】	특허청장		
【참조번호】	0005		
【제출일자】	2002. 12. 05		
【국제특허분류】	H04N		
【발명의 명칭】	머리장착형 표시장치		
【발명의 영문명칭】	Head mounted display		
【출원인】			
【명칭】	삼성전자 주식회사		
【출원인코드】	1-1998-104271-3		
【대리인】			
【성명】	이영필		
【대리인코드】	9-1998-000334-6		
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9		
【대리인】			
【성명】	이해영		
【대리인코드】	9-1999-000227-4		
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	토모노 다카오		
【성명의 영문표기】	TOMONO, Takao		
【주소】	서울특별시 강남구 개포동 179 우성아파트 803동 609호		
【국적】	JP		
【심사청구】	청구		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	17	면	29,000 원
【가산출원료】	0	면	0 원

1020020076995

출력 일자: 2003/3/14

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	11	항	461,000	원
【합계】			490,000	원
【첨부서류】			1. 요약서·명세서(도면)_1통	

【요약서】**【요약】**

소정 형상의 하우징에 마련되는 것으로, 머리에 장착한 상태로 화상을 볼 수 있도록 된 머리장착형 표시장치가 개시되어 있다.

이 개시된 장치는 화상을 생성 조사하는 화상형성수단과; 화상형성수단에 대해 경사지게 배치되어, 화상형성수단에서 입사된 화상의 일부를 반사시키고 나머지는 투과시키는 하프미러와; 하프미러에서 반사된 화상의 초점 위치에 배치되어 입사된 화상을 투과시키는 것으로, 이 투과된 화상이 하우징 내의 어두운 공간에 맷히도록 하는 핀홀과; 하프미러를 중심으로 핀홀에 대향되게 배치되어, 입사된 발산 화상을 수렴하여 평행광이 되도록 하는 콜리메이팅렌즈와; 콜리메이팅렌즈에 대향 배치되어 되어, 입사된 화상의 진행경로를 안내하는 프리즘 유니트와; 프리즘 유니트의 일부에 대향되게 배치되어, 입사된 화상을 집속시켜 안구에 맷히도록 하는 프레넬렌즈;를 포함하여, 핀홀을 통하여 하우징 내에 맷힌 화상을 시청할 수 있도록 된 것을 특징으로 한다.

【대표도】

도 2

【명세서】**【발명의 명칭】**

머리장착형 표시장치{Head mounted display}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 머리장착형 표시장치의 광학적 배치를 보인 도면.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 머리장착형 표시장치의 광학적 배치를 보인 도면.

도 3 및 도 4 각각은 핀홀 카메라 원리를 이용한 화상표시의 예를 보인 개략적인 도면.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 머리장착형 표시장치의 광학적 배치를 보인 도면.

도 6은 본 발명에 따른 머리장착형 표시장치를 머리에 장착한 상태를 보인 개략적인 도면.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

9...안구 10...하우징

11...프레넬렌즈 13...콜리메이팅렌즈

15...하프미러 17...집속렌즈

20...프리즘 유니트 21...제1프리즘

25...제2프리즘 30...화상형성수단

31...투과형 액정표시소자 35...평면 백라이트

40...핀홀 하우징 41...핀홀

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<14> 본 발명은 머리에 장착한 상태에서 영상을 감상할 수 있는 머리장착형 표시장치에 관한 것으로서, 상세하게는 소형의 고해상도를 제공할 수 있도록 된 망막 직접 투영방식의 머리장착형 표시장치에 관한 것이다.

<15> 일반적으로, 머리장착형 표시장치는 안경, 헬멧 등의 형태로 되어 머리에 장착한 사람만이 영상을 감상할 수 있는 퍼스널 표시장치이다. 이 머리장착형 표시장치는 광학계의 구성 방식에 따라 확대경 방식, 중계렌즈 방식 및 망막 직접 투영방식이 있다.

<16> 확대경 방식은 확대된 허상을 감상할 수 있도록 된 방식으로, 매우 소형으로 허상인 대화면을 구현할 수 있다는 이점이 있는 반면, 눈이 쉽게 피로해지는 문제점이 있다. 중계렌즈 방식은 중계렌즈를 이용해 표시소자에 표시된 영상을 원거리에서 관찰하는 방식으로, 눈의 피로를 줄일 수 있다는 이점이 있으나, 헬멧 크기로 매우 크다는 단점이 있다. 망막 직접 투영방식은 표시소자에 표시된 영상을 망막에 직접 투영하는 방식으로, 눈의 피로를 줄일 수 있고 중계렌즈 방식에 비하여 그 크기를 소형화할 수 있다.

<17> 종래의 망막 직접 투영방식의 머리장착형 표시장치가 일본 공개특허공보 평 3-214872호(공개일 : 1991년 9월 20일)에 개시되어 있다.

<18> 도 1을 참조하면, 개시된 종래의 머리장착형 표시장치는 텅스텐 램프로 된 점광원(1)과, 이 점광원(1)에서 조사된 광을 집속시키는 집광렌즈(2), 입사광의 경로를 변환시키는 복수의 반사경(3)(4), 3매의 렌즈로 이루어진 접안렌즈유니트(5)(7)(8) 및, 접안렌즈(5)(7) 사이에 배치되어 입사광을 선택적으로 투과시켜 영상을 형성하는 영상판(6)을 포함하여 구성된다. 이 장치는 점광원(1)에서 조사되고, 투과형 영상판(6)을 투과하면서 형성된 영상을 안구(9)의 초점에 결상시킨다.

<19> 한편, 이와 같이 구성된 장치는 점광원(1)과 영상판(6) 사이에 광학요소 즉, 집광렌즈(2), 반사경(3)(4), 접안렌즈(5)가 배치되어, 소형화가 곤란하다는 문제점이 있다. 또한, 점광원(1)이 소형 백열전구로 구성되기 때문에 해상도가 충분히 높다고는 볼 수 없다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<20> 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 감안하여 안출된 것으로서, 광학요소 및 광학적 배치를 변경하여 소형화 할 수 있음과 아울러, 고해상도의 화상을 구현할 수 있도록 된 머리장착형 표시장치를 제공하는데 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<21> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 소정 형상의 하우징에 마련되는 것으로 머리에 장착한 상태로 화상을 볼 수 있도록 된 머리장착형 표시장치에 있어서, 화상을 생성 조사하는 화상형성수단과; 상기 화상형성수단에 대해 경사지게 배치되어, 상기 화상형성수단에서 입사된 화상의 일부를 반사시키고 나머지는 투과시키는 하프미러와; 상기 하프미러에서 반사된 화상의 초점 위치에 배치되어 입사된 화상을 투과시키는

것으로, 이 투과된 화상이 상기 하우징 내의 어두운 공간에 맷히도록 하는 핀홀과; 상기 하프미러를 중심으로 상기 핀홀에 대향되게 배치되어, 입사된 발산 화상을 수렴하여 평행광이 되도록 하는 콜리메이팅 렌즈와; 상기 콜리메이팅 렌즈에 대향 배치되어 되어, 입사된 화상의 진행경로를 안내하는 프리즘 유니트와; 상기 프리즘 유니트의 일부에 대향되게 배치되어, 입사된 화상을 집속시켜 안구에 맷히도록 하는 프레넬렌즈;를 포함하여, 상기 핀홀을 통하여 상기 하우징 내에 맷힌 화상을 시청할 수 있도록 된 것을 특징으로 한다.

<22> 또한, 상기한 프리즘 유니트로, 상기 콜리메이팅 렌즈에 대향되게 배치된 제1입사면과, 이 제1입사면을 통하여 입사된 화상을 반사시키는 제1반사면 및, 상기 제1반사면에서 반사된 화상이 출사되는 제1출사면을 가지는 제1프리즘과; 상기 제1출사면에 마주하게 배치된 제2입사면과, 입사된 화상을 반사시키는 제2반사면과, 상기 제2입사면에서 입사된 화상은 상기 제2반사면쪽으로 반사시키고 상기 제2반사면에서 입사된 화상은 상기 프레넬렌즈 쪽으로 출사시키는 출반사면을 가지는 제2프리즘;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<23> 이하, 첨부된 도면들을 참조하면서 본 발명에 따른 머리장착형 표시장치의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다.

<24> 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 머리장착형 표시장치는 화상을 생성하는 화상형성수단(30)과, 상기 화상형성수단에서 입사된 화상의 일부를 반사시키고 나머지는 투과시키는 하프미러(15)와, 핀홀(41)과, 상기

하프미러(15)를 중심으로 상기 핀홀에 대향되게 배치된 콜리메이팅렌즈(13)와, 상기 콜리메이팅렌즈에 대향 배치되어 되어 입사된 화상의 진행경로를 안내하는 프리즘 유니트(20) 및, 입사된 화상을 접속시켜 안구(9)에 맷히도록 하는 프레넬렌즈(11)를 포함하여 구성된다.

<25> 상기 프레넬렌즈(11)는 평판 상에 소정의 회절패턴이 형성된 구조로, 상기 회절패턴을 통하여 입사광을 접속시킨다.

<26> 이 프레넬렌즈는 입사된 화상의 색수차를 보정할 수 있도록 비구면 형상에 대응되는 프레넬 패턴으로 된 것이 바람직하다.

<27> 여기서, 비구면 형상은 일반적인 비구면렌즈의 곡률 분포를 말하는 것으로, 이러한 비구면렌즈의 곡률분포를 프레넬 패턴으로 구성한 것이다. 이 프레넬 패턴의 형성은 주로 회전 절삭 가공으로 만들어지는 것으로, 그 자체는 널리 알려져 있으므로 그 자세한 설명은 생략한다.

<28> 상기 프리즘 유니트(20)는 상기 콜리메이팅렌즈(13)와 상기 프레넬렌즈(11) 사이의 광경로 상에 배치되는 것으로, 상기 핀홀(41)에 의하여 형성된 후 반사된 화상이 상기 프레넬렌즈(11)로 향하도록 화상의 진행경로를 안내한다. 여기서, 상기 프리즘 유니트(20)는 머리장착 표시장치를 머리에 장착하기 좋도록 함과 아울러, 안구(9)에 수직한 방향으로 화상이 입사되도록 하기 위하여, 입사된 화상을 적어도 3회 전반사시킬 수 있도록 구성된 것이 바람직하다.

<29> 이를 위하여, 상기 프리즘 유니트는 제1프리즘 및 제2프리즘으로 구성된다.

<30> 상기 제1프리즘(21)은 상기 콜리메이팅렌즈(13)에 대향되게 배치된 제1입사면(21a)과, 이 제1입사면(21a)을 통하여 입사된 화상을 반사시키는 제1반사면(21b) 및, 상기 제1반사면(21b)에서 반사된 화상이 출사되는 제1출사면(21c)을 가지는 것이 바람직하다.

<31> 그리고, 상기 제2프리즘(25)은 상기 제1출사면(21c)에 마주하게 배치된 제2입사면(25a)과, 입사된 화상을 반사시키는 제2반사면(25c)과, 상기 제2입사면(25a)에서 입사된 화상은 상기 제2반사면(25c)쪽으로 반사시키고 상기 제2반사면(25c)에서 입사된 화상은 상기 프레넬렌즈(11) 쪽으로 출사시키는 출반사면(25b)을 가지는 것이 바람직하다.

<32> 상기 콜리메이팅렌즈(13)는 상기 편홀(41)에 의하여 형성되고, 상기 하프미러(15)를 투과하여 입사된 발산광을 집속시켜 평행광이 되도록 한다. 여기서, 바람직하게는 콜리메이팅렌즈(13)는 광학수차를 보정할 수 있도록 비구면렌즈로 구성된다. 또한, 콜리메이팅렌즈는 메타아크릴(Methacryl) 수지를 주성분으로 하는 재질로 구성된다. 상기 메타아크릴 수지는 폴리메틸메타아크릴레이트 (Polymethylmethacrylate : PMMA)라고도 불리우는 것으로, 딱딱하고 광학적으로 투명한 비닐(Vinyl)계 가소성 플라스틱의 하나이다.

<33> 상기 화상형성수단(30)은 화상을 생성 조사하기 위한 것으로, 평면광을 생성 조사하는 평면 백라이트(35)와, 상기 평면 백라이트(35) 전면에 배치되는 투과형 액정표시소자(31)를 포함한다.

<34> 상기 평면 백라이트(35)는 평면광을 생성 조사하는 광원으로, 평면 상에 유기 전계발광(electroluminescence; 이하, EL 이라 함) 물질 또는 무기 EL 물질로 만들어진 발광소자인 것이 바람직하다. 이 평면 백라이트(35)는 상기한 발광소자 이외에, 측면에 선형라이트를 설치하고, 도광판(미도시)을 이용하여 평면광을 생성하는 백라이트를 채용하는 것도 가능하다.

<35> 상기 투과형 액정표시소자(31)는 상기 평면 백라이트(35)와 하프미러(15) 사이의 광로 상에 배치된다. 이 투과형 액정표시소자(31)는 화소 단위로 구동되어 입사된 평행 광을 선택적으로 투과시킴으로써 화상을 형성한다. 이 투과형 액정표시소자 그 자체는 널리 알려져 있으므로, 그 자세한 설명은 생략한다.

<36> 한편, 다른 실시예에 따른 화상형성수단은 발광다이오드(LED)와 같이 스스로 발광 할 수 있도록 된 자기발광형 표시소자(미도시)인 것이 바람직하다. 이 자기발광형 표시 소자는 평면 상에 2차원 배열 구조를 가지는 발광다이오드 등의 발광소자 각각을 화소단 위로 선택적으로 발광하여 화상을 형성한다. 이와 같이 화상형성수단으로 자기발광형 표시소자를 채용하는 경우는 별도의 백라이트가 불필요하므로 구성을 보다 단순화 할 수 있다.

<37> 상기 하프미러(15)는 상기 화상형성수단(30)에 대해 경사지게 배치되어, 상기 화상 형성수단(30)에서 입사된 화상의 일부를 반사시키고 나머지는 투과시킨다.

<38> 상기 하프미러(15)에서 반사된 화상은 핀홀(41) 쪽으로 향한다.

<39> 상기 핀홀(41)은 상기 하프미러(15)에서 반사된 화상의 초점 위치에 배치되어 입사 된 화상을 투과시키는 것으로, 이 투과된 화상이 상기 하우징(10) 내의 어두운 공간인 핀홀 하우징(40)의 일면에 마련된 스크린(42)에 맺힌다. 여기서, 상기 핀홀 하우징(40)은 상기 하우징(10) 내부의 어두운 공간을 나타내는 것으로, 별도의 구성요소는 아니다. 물론, 별도의 구성요소로 된 것도 가능하다.

<40> 이와 같이 핀홀(41)을 이용하여 상기 스크린(42)에 화상을 맺히도록 하는 원리는 핀홀 카메라와 같은 원리이다.

<41> 도 3을 참조하여, 핀홀(41)을 이용한 광학계의 원리를 살펴보면 다음과 같다. 핀홀 하우징(41)에 의하여 화상이 형성되는 부분은 어두운 영역을 이룬다. 이 경우, 핀홀 하우징(41) 외부에 위치된 피사체(Ob)와 스크린(42)의 관계가 핀홀(41)을 통하여 공역의 관계가 있다. 따라서, 스크린(42)에 도립 실상의 화상(Im)이 맷하게 된다. 여기서, 핀홀(41)의 직경은 대략 0.3 mm 인 것이 바람직하다. 한편, 핀홀(41) 카메라의 경우는 스크린(42)에 대응되는 부분이 필름위치에 해당한다.

<42> 또한, 상기한 핀홀 광학계는 도 4에 도시된 바와 같이, 스크린(42)에 맷하는 상의 반전시키는 수단으로 집속렌즈(45)를 더 구비할 수도 있다.

<43> 이하, 상기한 바와 같이 구성된 머리장착형 표시장치의 동작을 살펴보기로 한다.

<44> 화상형성수단(30)에서 형성된 화상은 상기 하프미러(15)에서 반사되어 상기 핀홀(41) 쪽으로 향한다. 이 핀홀(41)을 투과한 광은 스크린(42)에 맷하게 된다. 이 스크린(42)에 맷한 화상은 소정 밝기율 갖는 것으로, 이 화상은 하프미러(15) 쪽으로 반사된다. 이 반사된 화상은 하프미러(15)를 투과하고, 콜리메이팅렌즈(13)에 의하여 집속되어 평행광이 된다. 이 평행광은 프리즘 유니트(20)에 의해 경로가 안내된 채로 상기 프레넬렌즈(11)에 입사되며, 이 입사된 광은 플레넬렌즈(11)에서 집속되어 안구(9)에 맷하게 된다.

<45> 따라서, 머리장착형 표시장치를 장착한 사람은 프레넬렌즈(11), 프리즘 유니트(20) 및 콜리메이팅렌즈(13)를 통하여, 이 상기 화상형성수단(30)에서 형성되고 상기 스크린(42)에 맷한 화상을 감상할 수 있다.

<46> 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 머리장착형 표시장치를 나타낸 것이다. 본 실실예에 따른 머리장착형 표시장치의 광학요소는 도 2를 참조하여 설명된 동일 부재번호를 사용하는 동일 부재명의 광학요소와 실질적으로 동일하다. 다만, 상기 화상형성수단(30)에서 생성된 화상을 접속할 수 있도록 된 접속렌즈(17)를 더 구비한 것에 특징이 있다.

<47> 이 접속렌즈(17)는 상기 화상형성수단(30)과 하프미러(15) 사이의 광경로 상에 배치되어 입사된 화상을 접속시킨다. 이 접속렌즈(17)는 앞서 설명된 콜리메이팅렌즈(13)와 마찬가지로, 비구면렌즈로 구성되는 것이 바람직하다. 또한, 그 재질은 메타아크릴(Methacryl) 수지를 주성분으로 하는 것이 바람직하다.

<48> 도 6은 본 발명의 실시예들에 따른 머리장착형 표시장치를 머리에 장착한 상태를 보인 도면이다.

<49> 도시된 바와 같이, 머리장착형 표시장치를 이루는 광학요소들을 소형화하고, 프리즘 유니트를 이용하여 공간배치를 효율화함으로써 통상적인 안경형태로 설계할 수 있다.

【발명의 효과】

<50> 상기한 바와 같이 구성된 본 발명에 따른 머리장착형 표시장치는 펀홀 카메라의 원리를 이용하고, 프리즘 유니트를 이용하여 공간배치를 효율화함으로써, 초소형화 및 경량화가 가능하다. 따라서, 안경형태로 착용하기가 용이하다는 이점이 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

소정 형상의 하우징에 마련되는 것으로, 머리에 장착한 상태로 화상을 볼 수 있도록 된 머리장착형 표시장치에 있어서,

화상을 생성 조사하는 화상형성수단과;

상기 화상형성수단에 대해 경사지게 배치되어, 상기 화상형성수단에서 입사된 화상의 일부를 반사시키고 나머지는 투과시키는 하프미러와;

상기 하프미러에서 반사된 화상의 초점 위치에 배치되어 입사된 화상을 투과시키는 것으로, 이 투과된 화상이 상기 하우징 내의 어두운 공간에 맷히도록 하는 핀홀과;

상기 하프미러를 중심으로 상기 핀홀에 대향되게 배치되어, 입사된 발산 화상을 수렴하여 평행광이 되도록 하는 콜리메이팅렌즈와;

상기 콜리메이팅렌즈에 대향 배치되어 되어, 입사된 화상의 진행경로를 안내하는 프리즘 유니트와;

상기 프리즘 유니트의 일부에 대향되게 배치되어, 입사된 화상을 접속시켜 안구에 맷히도록 하는 프레넬렌즈;를 포함하여, 상기 핀홀을 통하여 상기 하우징 내에 맷힌 화상을 시청할 수 있도록 된 것을 특징으로 하는 머리장착형 표시장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 프레넬렌즈는,

색수차를 보정할 수 있도록 비구면 형상에 대응되는 프레넬 패턴을 가지는 것을 특징으로 하는 머리장착형 표시장치.

【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 프리즘 유니트는,
입사된 화상을 적어도 3회 전반사시킬 수 있도록 된 것을 특징을 하는 머리장착형
표시장치.

【청구항 4】

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 프리즘 유니트는,
상기 콜리메이팅렌즈에 대향되게 배치된 제1입사면과, 이 제1입사면을 통하여 입
사된 화상을 반사시키는 제1반사면 및, 상기 제1반사면에서 반사된 화상이 출사되는 제1
출사면을 가지는 제1프리즘과;

상기 제1출사면에 마주하게 배치된 제2입사면과, 입사된 화상을 반사시키는 제2반
사면과, 상기 제2입사면에서 입사된 화상은 상기 제2반사면쪽으로 반사시키고 상기 제2
반사면에서 입사된 화상은 상기 프레넬렌즈 쪽으로 출사시키는 출반사면을 가지는 제2프
리즘;을 포함하는 것을 특징으로 하는 머리장착형 표시장치.

【청구항 5】

제1항에 있어서,

상기 콜리메이팅렌즈는 비구면렌즈로 된 것을 특징으로 하는 머리장착형 표시장치.

【청구항 6】

제1항 또는 제5항에 있어서,

상기 콜리메이팅렌즈는 메타아크릴(Methacryl) 수지를 주성분으로 하는 재질로 된
것을 특징으로 하는 머리장착형 표시장치.



1020020076995

출력 일자: 2003/3/14

【청구항 7】

제1항에 있어서,

상기 화상형성수단과 상기 하프미러 사이의 광경로 상에 배치되어, 상기 화상형성수단에서 입사된 화상을 집속시키는 집속렌즈를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 머리장착형 표시장치.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 집속렌즈는 비구면렌즈로 된 것을 특징으로 하는 머리장착형 표시장치.

【청구항 9】

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 집속렌즈는 메타아크릴(Methacryl) 수지를 주성분으로 하는 재질로 된 것을 특징으로 하는 머리장착형 표시장치.

【청구항 10】

제1항에 있어서, 상기 화상형성수단은,

평면광을 생성 조사하는 평면 백라이트와;

상기 평면 백라이트 전면에 배치되는 것으로, 입사광을 화소단위로 선택적으로 투과시켜 화상을 형성하는 투과형 액정표시소자;를 포함하는 것을 특징으로 하는 머리장착형 표시장치.



1020020076995

출력 일자: 2003/3/14

【청구항 11】

제1항에 있어서, 상기 화상형성수단은,
화소단위로 선택적으로 발광하여 화상을 형성하는 자기발광형 표시소자인 것을 특
징으로 하는 머리장착형 표시장치.

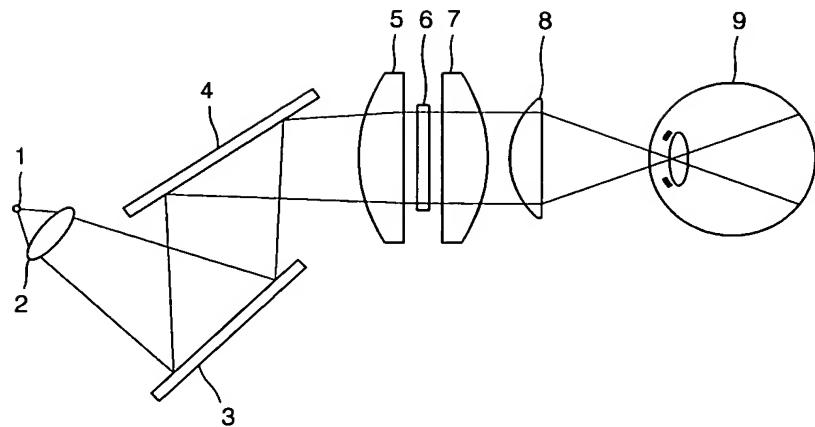


1020020076995

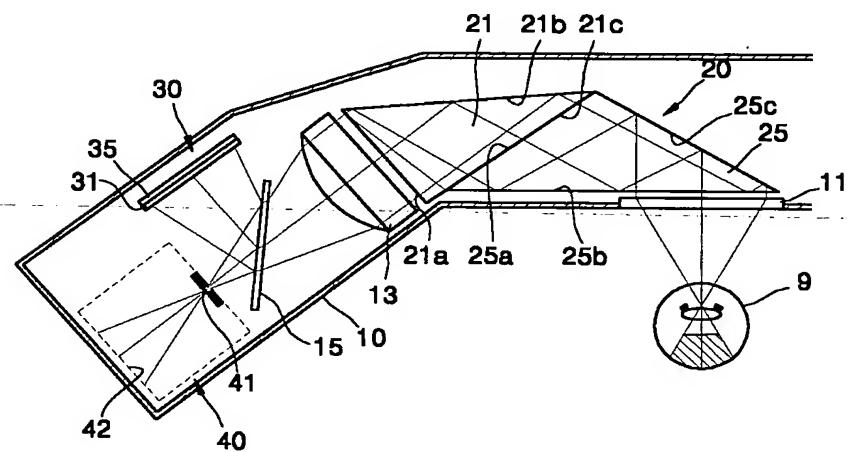
출력 일자: 2003/3/14

【도면】

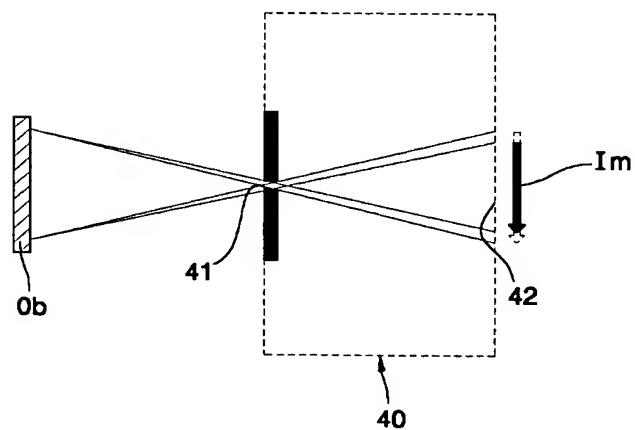
【도 1】



【도 2】



【도 3】

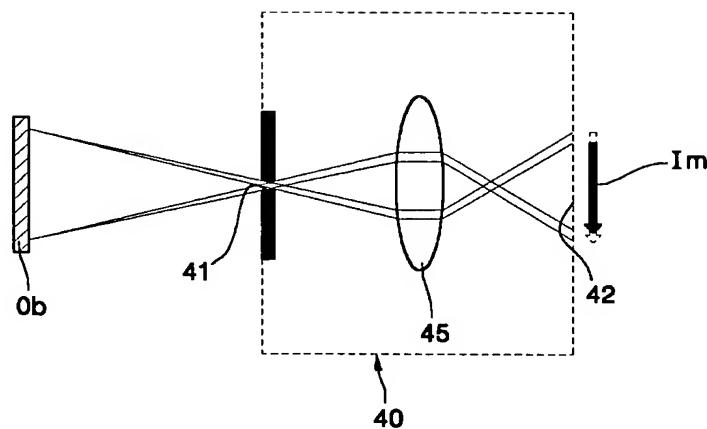




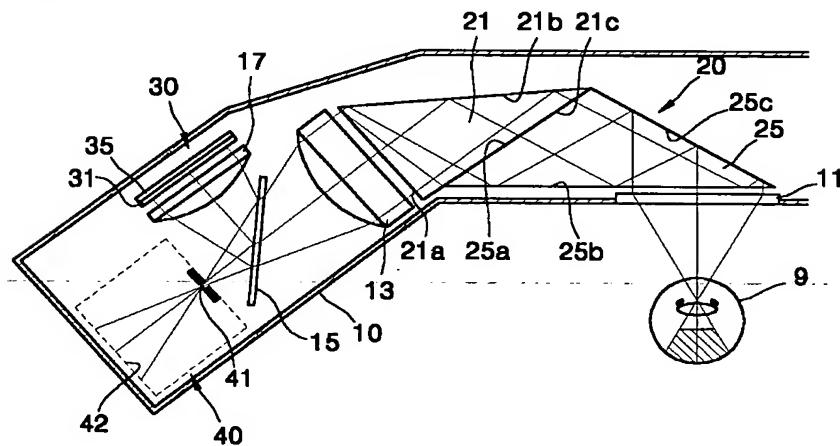
1020020076995

출력 일자: 2003/3/14

【도 4】



【도 5】



【도 6】

